



# 微量元素硒的生物 医学功效及检测方法

主编 李玉兰 官杰

黑龙江人民出版社

# 微量元素硒的生物 医学功效及检测方法

主编 李玉兰 官杰

黑龙江人民出版社

---

图书在版编目(CIP)数据

微量元素硒的生物医学功效及检测方法/李玉兰,  
官杰主编. —哈尔滨:黑龙江人民出版社, 2008. 5  
ISBN 978 - 7 - 207 - 07799 - 8

I. 微... II. ①李... ②官... III. ①硒—应用—  
生物医学工程—效果 ②硒—应用—生物医学工程—检测  
IV. R318

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 064712 号

---

责任编辑: 孙国志  
装帧设计: 郭建一

微量元素硒的生物医学功效及检测方法

Weiliang Yuansuxi De Shengwu Yixue Gongxiao Ji Jiance Fangfa

李玉兰 官 杰 主编

---

出版发行 黑龙江人民出版社  
通讯地址 哈尔滨市南岗区宣庆小区1号楼  
邮 编 150008  
网 址 www.longpress.com  
电子邮箱 hljrmcbs@yeah.net  
印 刷 黑龙江神龙联合制版印务有限责任公司  
开 本 880 × 1230 毫米 1/32  
印 张 11.75  
字 数 310 千  
版 次 2008 年 5 月第 1 版 2008 年 5 月第 1 次印刷  
书 号 ISBN 978 - 7 - 207 - 07799 - 8/R · 230  
定 价 26.00 元

---

(如发现本书有印制质量问题, 印刷厂负责调换)

本社常年法律顾问: 北京市大成律师事务所哈尔滨分所律师赵学利、赵景波

# 编 委 会

主 编 李玉兰 官 杰  
副主编 王 睿 王宏兰 许惠玉  
编 者 (按姓氏笔画为序)  
孙 贺 刘丹阳 李 林  
张海燕 张 萌 费洪新  
侯魁元 姚宏波  
主 审 陈志伟

## 前 言

微量元素硒在临床医学和预防医学领域内的重要作用及其取得的社会效益,日益引起人们的兴趣和关注。在现阶段,生命科学中硒的研究所面临的主要问题是硒与人类健康疾病的关系。例如,一些动物实验结果表明,硒具有很好的抗化学致癌作用;流行病学调查结果表明,一些地区癌症死亡率与人体硒水平呈负相关,这些结果提示了以适量补充硒作为一种安全而简便的防癌途径的可能性。更吸引人的是关于硒防癌机理的研究,其他关于硒与硒缺乏症、心血管疾病、免疫功能的关系和在其他疾病中的作用的研究,也都取得了可喜的成绩。医学上的进展必然促进生物化学的发展。许多实验证实:“在一定浓度范围内,硒能影响哺乳动物的代谢。”代谢作用的本质即是生物体内进行的若干生物化学反应,没有这些反应便没有生命。可见,硒在生物体内的存在与生命休戚相关。

本书对微量元素硒作了较全面的介绍,从实际应用到基础理论,从硒对生命过程的有利一面到硒的毒性,都有涉及。全书共分十三章,第一章介绍了硒的元素化学及自然界中的硒,包括微量元素的概念及研究简史、硒作为微量营养元素的发现、硒原子的性质、自然界中土壤中的硒、水中的硒及大气中的硒。第二章介绍了硒在生物体内的存在,包括生物体内重要的低分子量硒和有生物活性的低分子量含硒物质、硒在生物体内的吸收与分布及硒在自然界中的循环。第三章介绍了硒与其他营养物质的相互作用,包括硒与金属元素、非金属元素的相互作用、硒与维生素 E 的相互作用。第四章介绍了硒的代谢,包括硒的摄入、吸收、转运、分布、排泄及硒的代谢转化等。第五章介绍了硒的生物化学功能,包括

硒酶的生物学功能、非酶硒蛋白的生物学作用、硒蛋白的分子生物学、硒化合物的化学保护作用等。第六章介绍了硒的毒理学,详细分析了硒中毒、硒中毒的作用机理及硒中毒的预防与硒的补充。第七、八、九、十、十一章着重介绍了硒与内分泌系统、硒与肿瘤、硒与生殖、硒与心血管疾病、硒与其他疾病等的流行病学特点、缺硒及硒过量致病机理、硒的抗病机理与治疗。第十二章介绍了植物有机硒在医学中的应用,包括富硒螺旋藻、海藻硒多糖、富硒大蒜、富硒茶、富硒麦芽、灵芝硒多糖以及烟叶及大豆硒蛋白、富硒猕猴桃、富硒灵芝、纳米元素硒等生物活性物质。第十三章介绍了生物样品硒的测定,包括生物测定样品的制备、发样、血清、脏器和软组织样品、钙化组织样品及其他样品中硒的各种测定方法。

本书在编写过程中,得到齐齐哈尔医学院张榕教授的热情支持并对部分内容作了重要审校,陈志伟博士对全书进行了审校并提出了宝贵意见,郑立红教授帮助作了大量工作,在此一并表示感谢。另外,编写过程中,我们参考了已出版的国内外微量元素硒的化学、生物学、医学、检测方法等方面的书籍和期刊,谨向这些作者们致以诚挚的谢意!

由于编者水平有限,对于本书中出现的疏漏、错误及不妥之处,敬请广大读者提出宝贵意见。

本书编写分工如下:

李玉兰(浙江医药高等专科学校) 第五章、第十三章

官杰(齐齐哈尔医学院) 第十、十一、十二章

王宏兰(齐齐哈尔医学院) 第一、二、四、九章

王睿(齐齐哈尔医学院) 第六、七章、第三章第二节

许惠玉(齐齐哈尔医学院) 第八章、第三章第一节

陈志伟、孙贺、刘丹阳、李林、张海燕、张萌、费洪新、侯魁元、姚宏波(齐齐哈尔医学院)

编者  
2007年12月

## 内 容 简 介

科学的进步及测试技术的发展,使人们对微量硒元素参与生命过程的研究成为可能。实践中人们越来越认识到微量元素硒在维持人类健康和多种疾病的治疗中的重要作用。

本书阐述了微量元素硒在生物体内的存在与分布;微量元素硒的代谢;微量元素硒与营养物质的相互作用;微量元素硒的生物化学功能。详细介绍了微量元素硒与免疫、癌症、地方病、心脑血管疾病等的关系,从而阐明微量元素硒的生物医学功能及缺乏症和中毒的防治等。本书还根据多年科研和工作实际详细介绍了生物样品中微量元素硒的检测方法。

本书适用于从事医学教学与研究、药物开发、卫生保健、环境保护等多方面的专业技术人员学习、参考。

## 目 录

|                         |      |
|-------------------------|------|
| 第一章 硒的元素化学及自然界中的硒 ..... | (1)  |
| 第一节 微量元素的概念及研究简史 .....  | (1)  |
| 一、概念 .....              | (1)  |
| 二、微量元素的研究简史 .....       | (2)  |
| 三、硒作为微量营养元素的发现 .....    | (6)  |
| 第二节 硒的元素化学 .....        | (7)  |
| 一、硒原子的性质 .....          | (7)  |
| 二、硒与硫的比较 .....          | (9)  |
| 第三节 自然界中的硒 .....        | (10) |
| 一、土壤中的硒 .....           | (10) |
| 二、水中的硒 .....            | (11) |
| 三、大气中的硒 .....           | (11) |
| 第二章 硒在生物体内的存在 .....     | (13) |
| 第一节 硒在生物体内的存在形式 .....   | (13) |
| 一、生物体内重要的低分子量硒 .....    | (13) |
| 二、有生物活性的低分子量含硒物质 .....  | (17) |
| 三、生物体内重要的高分子量硒 .....    | (25) |
| 第二节 硒在生物体内的吸收与分布 .....  | (28) |
| 一、植物 .....              | (28) |
| 二、动物和人 .....            | (29) |
| 第三节 硒在自然界中的循环 .....     | (30) |
| 第三章 硒与其他营养物质的相互作用 ..... | (32) |
| 第一节 硒与其他元素的相互作用 .....   | (32) |
| 一、硒与非金属元素的相互作用 .....    | (32) |

|                                                                               |      |
|-------------------------------------------------------------------------------|------|
| 二、硒与金属元素的相互作用 .....                                                           | (35) |
| 第二节 硒与维生素 E 的相互作用 .....                                                       | (40) |
| 一、硒和维生素 E 对几种疾病的作用 .....                                                      | (40) |
| 二、硒和维生素 E 相互作用的机理 .....                                                       | (42) |
| 第四章 硒的代谢 .....                                                                | (44) |
| 第一节 硒的摄入 .....                                                                | (44) |
| 一、摄入途径及基本规律 .....                                                             | (44) |
| 二、摄入的估量 .....                                                                 | (45) |
| 第二节 硒的生物转运 .....                                                              | (46) |
| 一、转运的机制 .....                                                                 | (46) |
| 二、硒的吸收 .....                                                                  | (50) |
| 三、硒的转运 .....                                                                  | (52) |
| 四、硒的分布 .....                                                                  | (53) |
| 五、硒的排泄 .....                                                                  | (54) |
| 第三节 硒的代谢转化 .....                                                              | (55) |
| 第四节 微生物的硒代谢 .....                                                             | (58) |
| 第五节 植物的硒代谢 .....                                                              | (59) |
| 第六节 硒的代谢调控 .....                                                              | (61) |
| 一、机体的自动调节动态平衡作用 .....                                                         | (61) |
| 二、调控方式 .....                                                                  | (61) |
| 三、调控机理 .....                                                                  | (62) |
| 四、调控能力的局限性 .....                                                              | (63) |
| 第五章 硒的生物化学功能 .....                                                            | (64) |
| 第一节 硒酶的生物学功能 .....                                                            | (64) |
| 一、含硒谷胱甘肽过氧化物酶(GSH - Px) .....                                                 | (65) |
| 二、磷脂氢过氧化物谷胱甘肽过氧化物酶(PHGS - Px<br>或 PHGPx) .....                                | (73) |
| 三、I 型碘甲腺原氨酸 5' - 脱碘酶(Type I<br>iodothyronine 5' - deiodinase, 5'ID - I) ..... | (75) |

|                                    |       |
|------------------------------------|-------|
| 第二节 非酶硒蛋白的生物学作用 .....              | (77)  |
| 一、硒蛋白 P .....                      | (77)  |
| 二、硒蛋白 W .....                      | (79)  |
| 第三节 硒蛋白的分子生物学 .....                | (79)  |
| 一、分离和表征的主要硒蛋白 .....                | (80)  |
| 二、真核生物硒蛋白合成 .....                  | (81)  |
| 三、硒蛋白的低效表达及调节 .....                | (83)  |
| 第四节 硒化合物的化学保护作用 .....              | (84)  |
| 一、抗氧化作用 .....                      | (84)  |
| 二、对某些激酶活性的调节 .....                 | (88)  |
| 三、对某些细胞因子活性的影响 .....               | (89)  |
| 第六章 硒的毒理学 .....                    | (90)  |
| 第一节 硒中毒 .....                      | (90)  |
| 一、硒的毒性 .....                       | (90)  |
| 二、动物的硒中毒 .....                     | (93)  |
| 三、人的硒中毒 .....                      | (98)  |
| 第二节 硒中毒的作用机理 .....                 | (100) |
| 一、硒中毒的作用机理 .....                   | (100) |
| 二、影响硒中毒的因素 .....                   | (102) |
| 第三节 硒中毒的预防与硒的补充 .....              | (104) |
| 一、硒中毒的预防与控制 .....                  | (104) |
| 二、硒的补充 .....                       | (105) |
| 第七章 硒与内分泌系统 .....                  | (111) |
| 第一节 硒与碘的相互作用 .....                 | (111) |
| 一、硒半胱氨酸和硒蛋氨酸 .....                 | (112) |
| 二、脱碘酶及其同功酶 .....                   | (113) |
| 三、甲状腺内其他的含硒半胱氨酸的蛋白质 .....          | (115) |
| 四、甲状腺内的硒、碘相互作用以及抗氧化<br>系统的作用 ..... | (116) |

|                                                 |       |
|-------------------------------------------------|-------|
| 第二节 过量碘导致 FRTL 细胞凋亡的机制以及硒的<br>干预机制 .....        | (117) |
| 一、过量碘与硒对 FRTL 细胞凋亡调控 .....                      | (117) |
| 二、硒与甲状腺素的代谢 .....                               | (119) |
| 第三节 过量碘对亲代小鼠和大鼠甲状腺激素代谢及<br>硒营养状况的影响 .....       | (123) |
| 一、过量碘对甲状腺激素代谢的影响 .....                          | (123) |
| 二、硒对甲状腺激素代谢紊乱的干预作用 .....                        | (124) |
| 三、硒剂量的选择及依据 .....                               | (124) |
| 第四节 过量碘对孕鼠—胚胎甲状腺激素代谢影响的<br>机制及不同剂量硒的干预作用 .....  | (125) |
| 一、过量碘对孕鼠—胚胎甲状腺激素代谢的影响 .....                     | (125) |
| 二、补硒对胎盘和子宫甲状腺激素代谢的调节 .....                      | (127) |
| 第五节 过量碘对仔鼠甲状腺组织形态的影响及<br>不同剂量硒的干预作用 .....       | (128) |
| 一、过量碘对仔鼠甲状腺激素代谢的影响 .....                        | (129) |
| 二、不同剂量硒对过量碘仔鼠甲状腺激素代谢的干预<br>作用 .....             | (132) |
| 第六节 过量碘对仔鼠脑组织形态的影响及硒的干预<br>作用 .....             | (133) |
| 一、过量碘对仔鼠脑海马 CA1 区神经元超微结构的<br>影响及硒的干预作用 .....    | (135) |
| 二、硒对过量碘仔鼠脑 NSE 表达的影响 .....                      | (136) |
| 三、硒对过量碘仔鼠脑 SYP 表达的影响 .....                      | (137) |
| 四、硒对过量碘仔鼠脑 Q-tubulin 表达的影响 .....                | (139) |
| 五、硒对过量碘仔鼠大脑甲状腺激素受体 TRal 和<br>TRmRNA 表达的影响 ..... | (143) |
| 六、硒对过量碘仔鼠大脑 GoQmRNA 表达的影响 .....                 | (145) |
| 第八章 硒与肿瘤 .....                                  | (150) |

|                          |       |
|--------------------------|-------|
| 第一节 硒与恶性肿瘤流行病学 .....     | (151) |
| 一、硒的地理分布特点与肿瘤的关系 .....   | (152) |
| 二、硒与恶性肿瘤无关的报道 .....      | (156) |
| 第二节 硒与癌症前瞻性观察 .....      | (156) |
| 第三节 病例对照 .....           | (158) |
| 一、血(发)硒对照 .....          | (158) |
| 二、组织中硒对照 .....           | (160) |
| 第四节 硒与癌症的实验研究 .....      | (161) |
| 一、细胞水平实验 .....           | (162) |
| 二、实验动物研究 .....           | (164) |
| 三、人群实验研究 .....           | (170) |
| 第五节 硒化合物的化学形式与抗癌活性 ..... | (176) |
| 一、硒化合物的代谢途径抗癌活性 .....    | (176) |
| 二、新的低毒抗癌硒化合物的研究 .....    | (178) |
| 三、硒酵母的成分和抗癌活性的研究 .....   | (178) |
| 四、富硒大蒜抗癌作用的研究 .....      | (179) |
| 第六节 硒抗癌作用的机理研究 .....     | (180) |
| 一、抗增殖作用 .....            | (181) |
| 二、减轻致癌物的毒性 .....         | (184) |
| 三、拮抗致癌微量元素 .....         | (185) |
| 四、抑制癌细胞生物大分子合成 .....     | (185) |
| 五、硒对癌细胞遗传物质的影响 .....     | (185) |
| 六、硒抑制肿瘤细胞的能量代谢 .....     | (187) |
| 七、硒对癌基因的影响 .....         | (190) |
| 八、抗肿瘤过程中含硒化合物的实际应用 ..... | (190) |
| 第七节 硒对机体致癌物质作用 .....     | (192) |
| 一、黄曲霉毒素 B1 (AFB1) .....  | (192) |
| 二、亚硝胺类 .....             | (192) |
| 三、其他致癌物 .....            | (194) |

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| 四、硒诱变作用 .....                     | (195) |
| 五、硒与酶的作用 .....                    | (197) |
| 第八节 硒的抗癌作用与神经内分泌免疫网络的<br>关系 ..... | (198) |
| 一、神经内分泌免疫网络与肿瘤 .....              | (198) |
| 二、硒与神经内分泌免疫网络 .....               | (200) |
| 第九章 硒与心血管疾病 .....                 | (203) |
| 第一节 硒与克山病 .....                   | (204) |
| 一、流行病学特点 .....                    | (204) |
| 二、缺硒与克山病患者心脏的代谢与功能障碍 .....        | (208) |
| 三、低硒对心肌线粒体的影响 .....               | (209) |
| 第二节 硒与冠心病 .....                   | (220) |
| 第三节 硒与病毒性心肌炎 .....                | (221) |
| 第十章 硒与生殖 .....                    | (223) |
| 第一节 硒与妊娠 .....                    | (223) |
| 一、硒的生理作用 .....                    | (223) |
| 二、硒与正常妊娠的关系 .....                 | (224) |
| 三、硒与妊娠高血压综合征的关系 .....             | (224) |
| 四、硒与妊娠期肝内胆汁淤积症 .....              | (226) |
| 五、硒与胎儿生长受限 .....                  | (227) |
| 六、硒与其他高危妊娠 .....                  | (228) |
| 第二节 硒对妊娠期铅接触的拮抗作用 .....           | (229) |
| 一、硒拮抗铅毒性的作用机理 .....               | (229) |
| 二、硒通过与铅形成金属复合物拮抗铅毒性 .....         | (230) |
| 三、微量元素硒与妊娠、妊娠期铅接触的关系 .....        | (231) |
| 四、硒与胎盘 .....                      | (233) |
| 第十一章 硒与其他疾病 .....                 | (235) |
| 第一节 硒与免疫 .....                    | (235) |
| 一、硒对细胞免疫功能的影响 .....               | (236) |

|                                    |       |
|------------------------------------|-------|
| 二、硒对体液免疫的影响 .....                  | (240) |
| 三、硒对非特异性免疫的影响 .....                | (240) |
| 四、硒对肿瘤免疫的影响机制研究 .....              | (241) |
| 五、硒对病毒性疾病的对抗作用 .....               | (244) |
| 六、硒与艾滋病 .....                      | (245) |
| 第二节 硒与大骨节病 .....                   | (246) |
| 一、流行病学研究 .....                     | (246) |
| 二、缺硒与大骨节病的早期老化改变的关系 .....          | (246) |
| 三、缺硒是大骨节病的致病因子 .....               | (247) |
| 第三节 硒与脑及脑疾病 .....                  | (249) |
| 一、硒在脑组织中的特点 .....                  | (249) |
| 二、硒与脑损伤 .....                      | (250) |
| 第四节 硒与衰老 .....                     | (254) |
| 一、硒与衰老的流行病学 .....                  | (254) |
| 二、硒的抗衰老机制 .....                    | (255) |
| 第五节 硒与肝纤维化 .....                   | (256) |
| 一、肝纤维化发生的主要机制 .....                | (256) |
| 二、硒的抗肝纤维化作用 .....                  | (257) |
| 第六节 硒与皮肤 .....                     | (260) |
| 一、紫外线引起皮肤的氧化损伤 .....               | (260) |
| 二、紫外线对皮肤的免疫抑制 .....                | (261) |
| 三、紫外线诱导基质金属蛋白酶 .....               | (262) |
| 第七节 硒与白内障 .....                    | (269) |
| 一、白内障形成的自由基机理 .....                | (270) |
| 二、缺硒与白内障 .....                     | (273) |
| 三、过量硒与白内障 .....                    | (274) |
| 第八节 硒与糖尿病 .....                    | (281) |
| 一、大鼠骨密度影响和糖尿病并发骨质疏松可能的<br>机制 ..... | (281) |

|                                         |              |
|-----------------------------------------|--------------|
| 二、硒对 DM + HP 大鼠 GSH - Px 抗氧化系统的影响 ..... | (283)        |
| 三、硒对 DM + HP 大鼠膜离子转运系统的影响 .....         | (284)        |
| 四、硒对糖尿病和高血压大鼠 NO、NOS 系统的影响 .....        | (286)        |
| 五、微量元素硒在糖尿病合并高血压中的作用 .....              | (287)        |
| <b>第十二章 植物有机硒在医学中的应用 .....</b>          | <b>(290)</b> |
| 第一节 富硒螺旋藻及其提取物的生物活性 .....               | (292)        |
| 一、螺旋藻的药用价值 .....                        | (292)        |
| 二、富硒螺旋藻的生物活性 .....                      | (292)        |
| 三、提高机体免疫力和防癌抗癌作用 .....                  | (293)        |
| 四、降血脂作用 .....                           | (295)        |
| 五、放射防护作用 .....                          | (296)        |
| 六、对抗重金属和某些药物的肾毒性 .....                  | (296)        |
| 七、对糖尿病、肥胖和高血压的作用 .....                  | (297)        |
| 八、对放射性肺炎防治作用 .....                      | (298)        |
| 九、其他作用 .....                            | (298)        |
| 第二节 海藻硒多糖的作用 .....                      | (299)        |
| 一、抑制肿瘤细胞分裂 .....                        | (299)        |
| 二、阻止细胞周期进程 .....                        | (299)        |
| 三、提高免疫能力 .....                          | (300)        |
| 四、抑制端粒酶活性 .....                         | (301)        |
| 第三节 富硒大蒜及其提取物的生物活性 .....                | (301)        |
| 一、富硒蒜汁对清除自由基的作用 .....                   | (301)        |
| 二、大蒜硒蛋白和硒多糖抗石英尘细胞损伤作用 .....             | (302)        |
| 第四节 富硒茶及其提取物的生物活性 .....                 | (303)        |
| 一、富硒茶的生物活性 .....                        | (303)        |
| 二、含硒茶多酚的生物活性 .....                      | (306)        |
| 第五节 富硒麦芽的生物活性 .....                     | (307)        |

|                                               |       |
|-----------------------------------------------|-------|
| 一、富硒麦芽抗氧化能力 .....                             | (307) |
| 二、富硒麦芽对 ONE 诱发大鼠肝癌发生过程中增殖<br>细胞核抗原的抑制作用 ..... | (311) |
| 三、富硒麦芽对 ONE 诱发大鼠肝癌预后的影响 .....                 | (312) |
| 第六节 灵芝硒多糖的生物学效应 .....                         | (313) |
| 第七节 其他硒的生物活性 .....                            | (317) |
| 一、烟叶硒蛋白的生物活性 .....                            | (317) |
| 二、大豆硒蛋白的生物活性 .....                            | (317) |
| 三、富硒猕猴桃的生物活性 .....                            | (317) |
| 四、富硒灵芝的生物活性 .....                             | (318) |
| 五、硒化多糖化合物的生物活性 .....                          | (318) |
| 六、蛋白质分散的纳米红色元素硒的生物活性 .....                    | (319) |
| 七、植物有机硒应用研究的前景 .....                          | (320) |
| 第十三章 生物样品硒的测定 .....                           | (321) |
| 第一节 概述 .....                                  | (321) |
| 第二节 生物测定样品的制备 .....                           | (322) |
| 一、样品的消化处理 .....                               | (322) |
| 二、毛发样品制备 .....                                | (325) |
| 三、血样制备 .....                                  | (325) |
| 四、尿样制备 .....                                  | (326) |
| 五、软组织分析 .....                                 | (326) |
| 六、钙化组织分析 .....                                | (327) |
| 七、其他样品 .....                                  | (327) |
| 第三节 发样中硒的测定 .....                             | (327) |
| 一、TPC—I - 体系间接光度法测量微量硒 .....                  | (327) |
| 二、利用催化显色反应测定人发中微量硒 .....                      | (328) |
| 三、催化褪色光度法测定人发中微量硒 .....                       | (329) |
| 四、动力学光度法测定人发中超微量硒 .....                       | (329) |
| 五、荧光光度法测定人发中的硒 .....                          | (331) |

|                               |       |
|-------------------------------|-------|
| 六、光温控制石墨炉原子吸收法测定人发中           |       |
| 硒的含量 .....                    | (332) |
| 七、微分阳极溶出测定人发中微量硒 .....        | (332) |
| 八、催化极谱法测定人发中微量硒 .....         | (332) |
| 第四节 血清中硒的测定 .....             | (334) |
| 一、荧光分析法测定血清中微量硒 .....         | (334) |
| 二、塞曼石墨炉原子吸收法测定血清硒 .....       | (335) |
| 三、氢化物发生原子吸收光谱法测定人全血、尿和头发      |       |
| 中硒 .....                      | (336) |
| 四、流动注射氢化物发生原子吸收法测定血液          |       |
| 中硒 .....                      | (337) |
| 五、光温控制石墨炉原子吸收法测定人血清中          |       |
| 硒的含量 .....                    | (339) |
| 六、氢化物发生电感耦合等离子体质谱法测定          |       |
| 人血中的硒 .....                   | (339) |
| 七、催化极谱法测定全血中的硒 .....          | (340) |
| 八、反相高效液相色谱法测定人血中的硒 .....      | (342) |
| 第五节 脏器和软组织中硒的测定 .....         | (344) |
| 一、荧光法测定肝组织中的微量硒 .....         | (344) |
| 二、原子吸收法直接测定动物组织中的硒 .....      | (345) |
| 三、石墨炉原子吸收光谱法直接测定血、白内障等        |       |
| 生物样品中微量硒 .....                | (346) |
| 四、氢化物原子吸收法(HGGA)测定猪肝中总硒 ..... | (347) |
| 五、氢化物-原子荧光法测定红细胞膜结合硒 .....    | (348) |
| 第六节 钙化组织样品中硒的测定 .....         | (350) |
| 一、原子吸收法直接测定动物骨骼中的硒 .....      | (350) |
| 二、紫外消化微分阳极溶出法测定指甲等生物样品中       |       |
| 微量硒 .....                     | (350) |
| 第七节 其他样品中硒的测定 .....           | (351) |